

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC861 U.S. PRO
09/602876
06/23/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年 6月24日

出願番号
Application Number:

平成11年特許願第178963号

出願人
Applicant(s):

ミノルタ株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 5月12日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



【書類名】 特許願

【整理番号】 P990624114

【提出日】 平成11年 6月24日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 27/14

【発明の名称】 固体撮像装置

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

【氏名】 草鹿 泰

【発明者】

【住所又は居所】 大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

【氏名】 角本 兼一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

【氏名】 矢野 壮

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100085501

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐野 静夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 024969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716119

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射光量に応じた電気信号を発生する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、

前記固体撮像素子の動作状態を、前記電気信号が入射光量に対して線形的に変換されて出力される第1状態と、自然対数的に変換されて出力される第2状態とに切り換え可能とするとともに、

被写体の明るさを検出手段を設けて、被写体の明るさに応じて前記固体撮像素子の動作状態を切り換えることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】 被写体の明るさが暗いとき、前記固体撮像素子の動作状態を第1状態にし、

被写体の明るさが明るいとき、前記固体撮像素子の動作状態を第2状態にするなどを特徴とする請求項1に記載の固体撮像装置。

【請求項3】 前記検出手段は被写体の明るさに応じたレベルの電気信号を出力するものであり、

前記検出手段から出力される電気信号のレベルに応じて前記固体撮像素子の動作状態を第1状態にするか第2状態にするか判定する判定手段と、

前記判定手段によって判定された結果に応じて、前記固体撮像素子の動作状態を切り換える切換信号を発生する切換信号発生手段と、

を有することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の固体撮像装置。

【請求項4】 前記判定手段は、前記検出手段から出力される電気信号のレベルに対する切換判定のための閾値を持つことを特徴とする請求項3に記載の固体撮像装置。

【請求項5】 前記切換信号が、2値の電圧信号であることを特徴とする請求項3又は請求項4に記載の固体撮像装置。

【請求項6】 前記検出手段が、フォトダイオードであることを特徴とする請求項3～請求項5のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項7】 前記固体撮像素子が、
第1電極に直流電圧が印加された感光素子と、
第1電極と第2電極と制御電極とを備え、第1電極及び制御電極が前記感光素子の第2電極に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むトランジスタと、を有し、
前記トランジスタの第1電極と第2電極の間の電位差を変化させることによつて、前記固体撮像素子の動作を、第1状態と第2状態とに切り換えることを特徴とする請求項1～請求項6のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項8】 前記固体撮像素子が、
第1電極に直流電圧が印加された感光素子と、
第1電極と第2電極と制御電極とを備え、第1電極が前記感光素子の第2電極に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むとともに、第2電極と制御電極とが接続されたトランジスタと、を有し、
前記トランジスタの第1電極と第2電極の間の電位差を変化させることによつて、前記固体撮像素子の動作を、第1状態と第2状態とに切り換えることを特徴とする請求項1～請求項6のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項9】 前記固体撮像素子が、
第1電極に直流電圧が印加された感光素子と、
第1電極と第2電極と制御電極とを備え、制御電極に直流電圧が印加されるともに、第1電極が前記感光素子の第2電極に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むトランジスタと、を有し、
前記トランジスタの第1電極と第2電極の間の電位差を変化させることによつて、前記固体撮像素子の動作を、第1状態と第2状態とに切り換えることを特徴とする請求項1～請求項6のいずれかに記載の固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】
本発明は、入射光に対する電気信号の線形変換と対数変換を行える固体撮像素子を有する固体撮像装置に関するもので、特に1つの固体撮像素子で線形変換動

作と対数変換動作とを切り換えて行うことが可能な固体撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、フォトダイオードなどの感光素子をマトリクス状に配置したエリアセンサ等の固体撮像素子は、その感光素子に入射された光の輝度に対して、線形的に変換した信号を出力する。このように線形変換を行うエリアセンサ（以下、「リニアセンサ」と呼ぶ。）は、例えば、レンズの絞りを調整することにより、被写体の最も明るい部分（ハイライト部）を撮像する感光素子がその最大レベルの90パーセント程度のレベルの電気信号として出力できるように、調節される。このようなリニアセンサを用いることによって、被写体の輝度分布においてその最小値を L_{min} [cd/m²]、その最大値を L_{max} [cd/m²] としたとき、被写体の輝度範囲 L_{max}/L_{min} が2桁以下の狭い範囲であれば階調性豊かに被写体の情報を取り込むことができる。

【0003】

それに対して、本出願人は、入射した光量に応じた電流を発生する感光素子と、その電流を入力するMOSトランジスタと、このMOSトランジスタをサブスレッショルド電流が流れうる状態にバイアスするバイアス手段とを備え、感光素子からの電流を対数変換するようにしたエリアセンサ（以下、「LOGセンサ」と呼ぶ。）を提案した（特開平3-192764号公報参照）。このようなLOGセンサも、リニアセンサと同様に、被写体の最も明るい部分（ハイライト部）を撮像する感光素子がその最大レベルの90パーセント程度のレベルの電気信号として出力できるように、調節することによって、その輝度範囲 L_{max}/L_{min} が5桁～6桁の広い範囲となる被写体の情報を取り込むことができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、リニアセンサを用いたときは撮像可能な輝度範囲が略2桁と狭いため、被写体に直射日光が当たるなどの要因で被写体の輝度が明るくなり、明部が感光素子が扱えるレベルを超えてオーバーフローを起こすような状態になつたとき、このレベルを超えた明部の情報を取り込むことができず、白トビという

現象が起こる。又、この白トビを避けるために、取り込み可能な輝度範囲を明部側にシフトして明部の情報を取り込み可能とすると、逆に暗部の情報を取り込むことができず、黒ツブレという現象が起こる。

【0005】

一方、LOGセンサの出力特性は図12のように対数関数を示す。そのため、このLOGセンサを用いたときは、高輝度部での階調性が乏しくなりやすく、例えば、明るい被写体に対しては、暗部及び明部の情報をともに取り込むことが可能であるが、暗い被写体に対しては、明部の階調性が乏しくなるなどの問題があった。

【0006】

このような問題点を鑑みて、本発明は、被写体の明るさの状態にかかわらず常に良好な撮像を行うことができる固体撮像装置を提供することを目的とする。又、本発明は、固体撮像素子の入射光に対する電気信号の線形変換動作と対数変換動作とを、自動的に切り換えることができる固体撮像装置を提供することを目的とする。又、本発明の他の目的は、1つの固体撮像素子が前記線形変換動作と前記対数変換動作とを行う固体撮像装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の問題を達成するため請求項1に記載の固体撮像装置は、入射光量に応じた電気信号を発生する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、前記固体撮像素子の動作状態を、前記電気信号が入射光量に対して線形的に変換されて出力される第1状態と、自然対数的に変換されて出力される第2状態とに切り換え可能とともに、被写体の明るさを検出する検出手段を設けて、被写体の明るさに応じて前記固体撮像素子の動作状態を切り換えることを特徴とする。

【0008】

このような構成の固体撮像装置によると、被写体の輝度を検出することによって、階調性の良い第1状態と、輝度範囲の広い被写体を撮像可能な第2状態とを、検出した被写体の輝度に応じて切り換えることができる。又、請求項2に記載するように、被写体の明るさが暗いとき、前記固体撮像素子の動作状態を第1状

態にし、被写体の明るさが明るいとき、前記固体撮像素子の動作状態を第2状態にすることによって、概して被写体全体の輝度範囲の狭い暗い状態では階調性の豊かな高品位の画像を、概して被写体全体の輝度範囲の広い明るい状態では白トビ又は黒ツブレの無い奥行きのある高品位の画像をそれぞれ撮像することができる。

【0009】

請求項3に記載の固体撮像装置は、請求項1又は請求項2に記載の固体撮像装置において、前記検出手段は被写体の明るさに応じたレベルの電気信号を出力するものであり、前記検出手段から出力される電気信号のレベルに応じて前記固体撮像素子の動作状態を第1状態にするか第2状態にするか判定する判定手段と、前記判定手段によって判定された結果に応じて、前記固体撮像素子の動作状態を切り換える切換信号を発生する切換信号発生手段と、を有することを特徴とする。

【0010】

このような固体撮像装置において、請求項4に記載するように、前記判定手段が、前記検出手段から出力される電気信号のレベルに対する切換判定のための閾値を持つものとしても良い。又、請求項5に記載するように、前記切換信号を2値の電圧信号とすることによって、固体撮像素子内の素子に印加するバイアス電圧の値を変化させることによって、固体撮像素子の動作を第1状態又は第2状態に切り換えることができる。又、請求項6に記載するように、前記検出手段をフォトダイオードとしても良い。

【0011】

請求項7に記載の固体撮像装置は、請求項1～請求項6のいずれかに記載の固体撮像装置において、前記固体撮像素子が、第1電極に直流電圧が印加された感光素子と、第1電極と第2電極と制御電極とを備え、第1電極及び制御電極が前記感光素子の第2電極に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むトランジスタと、を有し、前記トランジスタの第1電極と第2電極の間の電位差を変化させることによって、前記固体撮像素子の動作を、第1状態と第2状態とに切り換えることを特徴とする。

【0012】

請求項8に記載の固体撮像装置は、請求項1～請求項6のいずれかに記載の固体撮像装置において、前記固体撮像素子が、第1電極に直流電圧が印加された感光素子と、第1電極と第2電極と制御電極とを備え、第1電極が前記感光素子の第2電極に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むとともに、第2電極と制御電極とが接続されたトランジスタと、を有し、前記トランジスタの第1電極と第2電極の間の電位差を変化させることによって、前記固体撮像素子の動作を、第1状態と第2状態とに切り換えることを特徴とする。

【0013】

請求項9に記載の固体撮像装置は、請求項1～請求項6のいずれかに記載の固体撮像装置において、前記固体撮像素子が、第1電極に直流電圧が印加された感光素子と、第1電極と第2電極と制御電極とを備え、制御電極に直流電圧が印加されるとともに、第1電極が前記感光素子の第2電極に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むトランジスタと、を有し、前記トランジスタの第1電極と第2電極の間の電位差を変化させることによって、前記固体撮像素子の動作を、第1状態と第2状態とに切り換えることを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。図1は、本発明を実施した固体撮像装置の内部構造を示すブロック図である。図2及び図4は、図1に示す固体撮像装置に設けられた固体撮像素子であるエリアセンサの構造の1例を示すブロック図である。図3は、図2に示すエリアセンサ内の画素の構成の1例を示す回路図である。図6は、図4に示すエリアセンサ内の画素の構成の1例を示す回路図である。

【0015】

図1において、固体撮像装置1は、対物レンズ2を介して入射する光に応じて対数変換もしくは線形変換を行った電気信号を出力するエリアセンサ3と、被写体の明るさを検出するための検出素子4と、この検出素子4から送出される電気信号のレベルに応じてエリアセンサ3を対数変換動作させるか線形変換させるか

を判定するとともに判定信号を発生する切換判定回路5と、前記判定信号に基づいてエリアセンサ3の対数変換動作と線形変換動作とを切り換えるための切換信号をエリアセンサ3に送出する切換信号発生回路6と、エリアセンサ3から送出される電気信号を演算処理する処理部20とを有している。尚、前記検出素子4は例えばフォトダイオードやフォトトランジスタで構成される。処理部20で処理された信号は、出力端子91から固体撮像装置1の外部へ出力され記録媒体への記録や表示装置への出力など種々の用途に供される。又、出力端子92からファインダー21へも与えられる。

【0016】

このような構成の固体撮像装置に設けられたエリアセンサ3の構成の一例について、図2を参照して説明する。同図において、G11～Gmnは行列配置（マトリクス配置）された画素を示している。7は垂直走査回路であり、行（ライン）9-1、9-2、・・・、9-nを順次走査していく。8は水平走査回路であり、画素から出力信号線10-1、10-2、・・・、10-mに導出された光電変換信号を画素ごとに水平方向に順次読み出す。11は電源ラインである。各画素に対し、上記ライン9-1、9-2、・・・、9-nや出力信号線10-1、10-2、・・・、10-m、電源ライン11だけでなく、他のライン（例えば、クロックラインやバイアス供給ライン等）も接続されるが、図2ではこれらについて省略する。

【0017】

出力信号線10-1、10-2、・・・、10-mごとにNチャネルのMOSトランジスタQ1、Q2、・・・、Qmが図示の如く1つずつ設けられている。トランジスタQ1、Q2、・・・、Qmのドレインは、それぞれ出力信号線10-1、10-2、・・・、10-mに接続され、ソースは最終的な信号線12に接続され、ゲートは水平走査回路8に接続されている。尚、後述するように各画素内にはスイッチ用のNチャネルの第4MOSトランジスタT4も設けられている。ここで、トランジスタT4は行の選択を行うものであり、トランジスタQ1～Qmは列の選択を行うものである。

【0018】

更に、このようなエリアセンサ3内の各画素の構成の一例について、図3を参照して説明する。図3において、pnフォトダイオードPDが感光部（光電変換部）を形成している。そのフォトダイオードPDのアノードは第1MOSトランジスタT1のドレインとゲート、第2MOSトランジスタT2のゲート、及び第3MOSトランジスタT3のドレインに接続されている。トランジスタT2のソースは行選択用の第4MOSトランジスタT4のドレインに接続されている。トランジスタT4のソースは出力信号線10（この出力信号線10は図2の10-1、10-2、…、10-mに対応する）へ接続されている。尚、トランジスタT1、T2、T3、T4は、NチャネルのMOSトランジスタでバックゲートが接地されている。

【0019】

又、フォトダイオードPDのカソードには直流電圧VPDが印加されるようになっている。一方、トランジスタT1のソースには信号 ϕ VPSが印加され、トランジスタT2のソースにはキャパシタCの一端が接続される。キャパシタCの他端には信号 ϕ VPSが与えられる。トランジスタT3のソースには直流電圧VRBが印加されるとともに、そのゲートには信号 ϕ VRSが入力される。トランジスタT2のドレインには信号 ϕ Dが入力される。又、トランジスタT4のゲートには信号 ϕ Vが入力される。尚、本実施形態において、信号 ϕ VPSは、2値的に変化するものとし、トランジスタT1、T2をサブスレッシュルド領域で動作させるための電圧をローレベルとし、直流電圧VPDと略等しい電圧をハイレベルとする。

【0020】

このような構成の画素において、信号 ϕ VPSの電圧値を切り換えてトランジスタT1のバイアスを変えることにより、単一の画素において出力信号線10に導出される出力信号をフォトダイオードPDが入射光に応じて出力する電気信号（以下、「光電流」という。）に対して自然対数的に変換させる場合と、線形的に変換させる場合とを実現することができる。以下、これらの各場合について簡単に説明する。

【0021】

(1) 光電流を自然対数的に変換して出力する場合。

まず、信号 ϕVPS をローレベルとし、トランジスタ T1, T2 がサブスレッショルド領域で動作するようにバイアスされているときの動作について、説明する。このとき、トランジスタ T3 のゲートに与えられる信号 ϕVRS がローレベルになっているので、トランジスタ T3 は OFF となり、実質的に存在しないことと等価になる。又、トランジスタ T2 に与えられる信号 ϕD はハイレベル（直流電圧 VPD と同じ又は直流電圧 VPD に近い電位）とする。

【0022】

図3の回路において、フォトダイオード PD に光が入射すると光電流が発生し、トランジスタのサブスレッショルド特性により、前記光電流を自然対数的に変換した値の電圧がトランジスタ T1, T2 のゲートに発生する。この電圧により、トランジスタ T2 に電流が流れ、キャパシタ C には前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値と同等の電荷が蓄積される。つまり、キャパシタ C とトランジスタ T2 のソースとの接続ノード a に、前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値に比例した電圧が生じることになる。ただし、このとき、トランジスタ T4 は OFF の状態であるとする。

【0023】

次に、トランジスタ T4 のゲートにパルス信号 ϕV を与えて、トランジスタ T4 を ON にすると、キャパシタ C に蓄積された電荷が、出力電流として出力信号線 10 に導出される。この出力信号線 10 に導出される電流は前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値となる。このようにして入射光量の対数値に比例した信号（出力電流）を読み出すことができる。信号を読み出した後、トランジスタ T4 を OFF とともに信号 ϕD をローレベル（信号 ϕVPS よりも低い電位）にしてトランジスタ T2 を通して信号 ϕD の線路へキャパシタ C に蓄積された電荷を放電することによって、キャパシタ C 及び接続ノード a の電位が初期化される。このような動作を所定の時間間隔で繰り返すことにより、刻々と変化する被写体像を広いダイナミックレンジで連続的に撮像することができる。尚、このように入射光量を自然対数的に変換する場合、信号 ϕVRS は、常にローレベル

のままであり、トランジスタT3はOFF状態となっている。

【0024】

(2) 光電流を線形的に変換して出力する場合。

次に、信号 ϕ VPSをハイレベルとしたときの動作について説明する。このとき、トランジスタT1のソース側のポテンシャルが高くなる。よって、トランジスタT1は実質的にOFF状態となり、トランジスタT1のソース・ドレイン間に電流が流れない。又、トランジスタT3のゲートに与える信号 ϕ VRSをローレベルに保ち、トランジスタT3をOFFにしておく。

【0025】

そして、まず、トランジスタT4をOFFするとともに信号 ϕ Dをローレベル（信号 ϕ VPSよりも低い電位）にするとキャパシタCの電荷がトランジスタT2を通して信号 ϕ Dの線路へ放電され、それによってキャパシタCをリセットして、接続ノードaの電位を例えば直流電圧VPDより低い電位に初期化する。この電位はキャパシタCによって保持される。その後、 ϕ Dをハイレベル（直流電圧VPDと同じ又は直流電圧VPDに近い電位）に戻す。このような状態において、フォトダイオードPDに光が入射すると光電流が発生する。このとき、トランジスタT1のバックゲートとゲートとの間やフォトダイオードPDの接合容量などでキャパシタを構成するので、光電流による電荷が主としてトランジスタT1, T2のゲートに蓄積される。よって、トランジスタT1, T2のゲート電圧が前記光電流を積分した値に比例した値になる。

【0026】

今、接続ノードaの電位が前記初期化により直流電圧VPDより低くなっているので、トランジスタT2はONし、トランジスタT2のゲート電圧に応じたドレイン電流がトランジスタT2を流れ、トランジスタT2のゲート電圧に比例した量の電荷がキャパシタCに蓄積される。よって、接続ノードaの電位が前記光電流を積分した値に比例した値になる。次に、トランジスタT4のゲートにパルス信号 ϕ Vを与えて、トランジスタT4をONにすると、キャパシタCに蓄積された電荷が、出力電流として出力信号線10に導出される。この出力電流は前記光電流の積分値を線形的に変換した値となる。

【0027】

このようにして入射光量に比例した信号（出力電流）を読み出すことができる。又、この後、トランジスタT4をOFFとともに信号 ϕ DをローレベルにしてトランジスタT2を通して信号 ϕ Dの線路へ放電することによって、キャパシタC及び接続ノードaの電位が初期化される。しかる後、トランジスタT3のゲートにハイレベルの信号 ϕ VRSを与えることで、トランジスタT3をONにして、フォトダイオードPD、トランジスタT1のドレイン電圧及びトランジスタT1, T2のゲート電圧を初期化させる。このような動作を所定の時間間隔で繰り返すことにより、刻々と変化する被写体像をS/N比の良好な状態で連続的に撮像することができる。

【0028】

このように、図3に示す画素は、簡単な電位操作により同一の画素で光電変換出力特性を切り換えることが可能になる。尚、信号を対数変換して出力する状態から線形変換して出力する状態に切り換える際には、まず ϕ VPSの電位調整により出力の切り換えを行ってから、トランジスタT3によるトランジスタT1などのリセットを行うことが好ましい。一方、信号を線形変換して出力する状態から対数変換して出力する状態に切り換える際には、トランジスタT3によるトランジスタT1などのリセットは特に必要ない。これは、トランジスタT1が完全なOFF状態ではないことに起因してトランジスタT1に蓄積されたキャリアは逆極性のキャリアによってうち消されるためである。

【0029】

又、エリアセンサ3の構成の別の例について、図4を参照して説明する。同図において、G11～Gm nは行列配置（マトリクス配置）された画素を示している。7は垂直走査回路であり、行（ライン）9-1、9-2、…、9-nを順次走査していく。8は水平走査回路であり、画素から出力信号線10-1、10-2、…、10-mに導出された光電変換信号を画素ごとに水平方向に順次読み出す。11は電源ラインである。各画素に対し、上記ライン9-1、9-2…、9-nや出力信号線10-1、10-2…、10-m、電源ライン11だけでなく、他のライン（例えば、クロックラインやバイアス供給ライン等

) も接続されるが、図4ではこれらについて省略する。

【0030】

出力信号線 10-1、10-2・・・、10-m ごとに N チャネルの MOS トランジスタ Q1、Q2、・・・、Qm 及び N チャネルの MOS トランジスタ Qa1、Qa2、・・・、Qam が図示の如く 1 組ずつ設けられている。トランジスタ Qa1、Qa2、・・・、Qam のゲートは直流電圧線 13 に接続され、ドレインはそれぞれ出力信号線 10-1、10-2・・・、10-m に接続され、ソースは直流電圧 VPS' のライン 14 に接続されている。一方、トランジスタ Q1、Q2、・・・、Qm のドレインはそれぞれ出力信号線 10-1、10-2・・・、10-m に接続され、ソースは最終的な信号線 12 に接続され、ゲートは水平走査回路 8 に接続されている。

【0031】

画素 G11～Gmn には、後述するように、それらの画素で発生した光電荷に基づく信号を出力する N チャネルの第 5 MOS トランジスタ T5 が設けられている。トランジスタ T5 とトランジスタ Qa (このトランジスタ Qa は、図4 のトランジスタ Qa1～Qam に対応する。) との接続関係は図 5 (a) のようになる。ここで、トランジスタ Qa のソースに接続される直流電圧 VPS' と、トランジスタ T5 のドレインに接続される直流電圧 VPD' との関係は $VPD' > VPS'$ であり、直流電圧 VPS' は例えばグランド電圧 (接地) である。この回路構成は上段のトランジスタ T5 のゲートに信号が入力され、下段のトランジスタ Qa のゲートには直流電圧 DC が常時印加される。このため下段のトランジスタ Qa は抵抗又は定電流源と等価であり、図 5 (a) の回路はソースフォロワ型の增幅回路となっている。この場合、トランジスタ T5 から增幅出力されるのは電流であると考えてよい。

【0032】

トランジスタ Q (このトランジスタ Q は、図4 のトランジスタ Q1～Qm に対応する。) は水平走査回路 8 によって制御され、スイッチ素子として動作する。尚、後述するように図 6 の画素内にはスイッチ用の N チャネルの第 4 MOS トランジスタ T4 も設けられている。このトランジスタ T4 も含めて表わすと、図 5

(a) の回路は正確には図5 (b) のようになる。即ち、トランジスタT4がトランジスタQaとトランジスタT5との間に挿入されている。ここで、トランジスタT4は行の選択を行うものであり、トランジスタQは列の選択を行うものである。

【0033】

図5のように構成することにより信号のゲインを大きく出力することができる。従って、画素がダイナミックレンジ拡大のために感光素子から発生する光電流を自然対数的に変換しているような場合は、そのままでは出力信号が小さいが、本增幅回路により充分大きな信号に増幅されるため、後続の信号処理回路（図示せず）での処理が楽になる。また、增幅回路の負荷抵抗部分を構成するトランジスタQaを画素内に設けずに、列方向に配置された複数の画素が接続される出力信号線10-1、10-2、…、10-mごとに設けることにより、負荷抵抗又は定電流源の数を低減でき、半導体チップ上で增幅回路が占める面積を少なくできる。

【0034】

図4に示した構成のエリアセンサ3の各画素の一例について、図6を参照して説明する。尚、図3に示す画素と同様の目的で使用される素子及び信号線などは、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0035】

図6に示す画素は、図3に示す画素に、接続ノードaにゲートが接続され接続ノードaにかかる電圧に応じた電流増幅を行う第5MOSトランジスタT5と、このトランジスタT5のソースにドレインが接続された行選択用の第4MOSトランジスタT4と、接続ノードaにドレインが接続されキャパシタC及び接続ノードaの電位の初期化を行う第6MOSトランジスタT6とが付加された構成となる。トランジスタT4のソースは出力信号線10（この出力信号線10は図4の10-1、10-2、…、10-mに対応する）へ接続されている。尚、トランジスタT4～T6も、トランジスタT1～T3と同様に、NチャネルのMOSトランジスタでバックゲートが接地されている。

【0036】

又、トランジスタT2, T5のドレインには直流電圧VPDが印加され、トランジスタT4のゲートには信号 ϕV が入力される。又、トランジスタT6のソースには直流電圧VRB2が印加されるとともに、そのゲートには信号 $\phi VRS2$ が入力される。尚、本実施形態において、トランジスタT1～T3及びキャパシタCは、図3に示す画素内の各素子と同様の動作を行い、信号 ϕVPS の電圧値を切り換えてトランジスタT1のバイアスを変えることにより、出力信号線10に導出される出力信号を光電流に対して自然対数的に変換させる場合と、線形的に変換させる場合とを実現することができる。以下これらの各場合における動作を説明する。

【0037】

(1) 光電流を自然対数的に変換して出力する場合。

まず、信号 ϕVPS をローレベルとし、トランジスタT1, T2がサブスレッショルド領域で動作するようにバイアスされているときの動作について、説明する。このとき、トランジスタT3のゲートには、第1の実施形態と同様にローレベルの信号 ϕVRS が与えられるので、トランジスタT3はOFFとなり、実質的に存在しないことと等価になる。

【0038】

フォトダイオードPDに光が入射すると光電流が発生し、トランジスタのサブスレッショルド特性により、前記光電流を自然対数的に変換した値の電圧がトランジスタT1, T2のゲートに発生する。この電圧により、トランジスタT2に電流が流れ、キャパシタCには前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値と同等の電荷が蓄積される。つまり、キャパシタCとトランジスタT2のソースとの接続ノードaに、前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値に比例した電圧が生じることになる。ただし、このとき、トランジスタT4, T6はOFF状態である。

【0039】

次に、トランジスタT4のゲートにパルス信号を与えて、トランジスタT4をONにすると、トランジスタT5のゲートにかかる電圧に比例した電流がトラン

ジスタT4, T5を通って出力信号線10に導出される。今、トランジスタT5のゲートにかかる電圧は、接続ノードaにかかる電圧であるので、出力信号線10に導出される電流は前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値となる。

【0040】

このようにして入射光量の対数値に比例した信号（出力電流）を読み出すことができる。信号読み出し後はトランジスタT4をOFFにするとともに、トランジスタT6のゲートにハイレベルの信号 ϕ VRS2を与えることでトランジスタT6をONとして、キャパシタC及び接続ノードaの電位を初期化させることができる。尚、このように入射光量に対してその出力電流を自然対数的に変換する場合、信号 ϕ VRSは、常にローレベルのままである。

【0041】

(2) 光電流を線形的に変換して出力する場合。

次に、信号 ϕ VPSをハイレベルとしたときの動作について説明する。このとき、トランジスタT3のゲートにローレベルの信号 ϕ VRSを与えて、トランジスタT3はOFFとする。そして、まず、トランジスタT6のゲートにハイレベルの信号 ϕ VRS2を与えて該トランジスタT6をONすることによりキャパシタCをリセットするとともに、接続ノードaの電位を直流電圧VPDより低い電位VRB2に初期化する。この電位はキャパシタCによって保持される。その後、信号 ϕ VRS2をローレベルとして、トランジスタT6をOFFとする。このような状態において、フォトダイオードPDに光が入射すると光電流が発生する。このとき、トランジスタT1のバックゲートとゲートとの間やフォトダイオードPDの接合容量でキャパシタを構成するので、光電流による電荷がトランジスタT1のゲート及びドレインに蓄積される。よって、トランジスタT1, T2のゲート電圧が前記光電流を積分した値に比例した値になる。

【0042】

今、接続ノードaの電位が直流電圧VPDより低いので、トランジスタT2はONし、トランジスタT2のゲート電圧に応じたドレイン電流がトランジスタT2を流れ、トランジスタT2のゲート電圧に比例した量の電荷がキャパシタCに蓄積される。よって、接続ノードaの電位が前記光電流を積分した値に比例した値

になる。次に、トランジスタT4のゲートにパルス信号を与えて、トランジスタT4をONにすると、トランジスタT5のゲートにかかる電圧に比例した電流がトランジスタT4, T5を通って出力信号線10に導出される。トランジスタT5のゲートにかかる電圧は、接続ノードaの電圧であるので、出力信号線10に導出される電流は前記光電流の積分値を線形的に変換した値となる。

【0043】

このようにして入射光量に比例した信号（出力電流）を読み出すことができる。信号読み出し後は、まず、トランジスタT4をOFFにするとともに、トランジスタT3のゲートにハイレベルの信号 ϕ VRSを与えることで、トランジスタをONとして、フォトダイオードPD、トランジスタT1のドレイン電圧、及びトランジスタT1, T2のゲート電圧を初期化させる。次に、トランジスタT6のゲートにハイレベルの信号 ϕ VRS2を与えることでトランジスタT6をONとして、キャパシタC及び接続ノードaの電位を初期化させる。

【0044】

又、各画素からの信号読み出しは電荷結合素子（CCD）を用いて行うようにしてもかまわない。この場合、図3又は図6のトランジスタT4に相当するポテンシャルレベルを可変としたポテンシャルの障壁を設けることにより、CCDへの電荷読み出しを行えばよい。

【0045】

次に、上記した図3のような画素を設けた図2のような構成のエリアセンサ又は図6のような画素を設けた図4のような構成のエリアセンサをエリアセンサ3に用いたときの固体撮像装置1の動作について、図1及び図7を参照して以下に説明する。図1に示す固体撮像装置1は、エリアセンサ3が対数変換動作を行うか線形変換動作を行うかの切換点を、検出素子4が検知する被写体輝度 [cd/m^2] で略700 [cd/m^2] に設定している。この700 [cd/m^2] という値にする理由を以下に説明する。

【0046】

まず、エリアセンサ3を対数変換動作させるときは、高輝度の階調性が乏しくなるが、幅広い輝度範囲の被写体を撮像可能である。そのため、概して輝度範囲

の広い被写体が明るいときに有効で特に直射日光が被写体に当たっているか、又は直射日光が被写体の背景に存在する場合に用いると、影になっている部分の描写も十分に行われるので、奥行きのある高品位の画像を撮像することが可能である。このような被写体の明るいときの被写体輝度は、略 $1000 [cd/m^2]$ である。

【0047】

次に、エリアセンサ3を線形変換動作させるときは、幅広い輝度範囲の被写体を撮像が不可能となるが、画像全体の階調性が豊かである。そのため、概して輝度範囲の狭い被写体が暗いときに有効で特に被写体が日陰に存在するか、又は曇天に被写体を撮像する場合に用いると、階調性豊かな高品位の画像を撮像することが可能である。このような被写体の暗いときの被写体輝度は、略 $500 [cd/m^2]$ である。よって、直射日光が入る明るいときにはエリアセンサ3を対数変換動作させ、又、直射日光が入らない暗いときにはエリアセンサ3を線形変換動作させるために、その切換点を被写体輝度が $700 [cd/m^2]$ の点に設定するのが好ましいといえる。

【0048】

(A) 明るい状況で被写体を撮像するとき

図7 (a) のように、直射日光を受けた被写体50を撮像するとき、検出素子4により $700 [cd/m^2]$ 以上の被写体輝度（例えば $1000 [cd/m^2]$ ）が検出される。よって、切換判定回路5はエリアセンサ3を対数変換動作させるべきであると判定する。この判定信号を受けた切換信号発生回路6は、 ϕ VPS（図3又は図6）をローレベルとする切換信号を発生する。この切換信号により、画素内のトランジスタT1（図3又は図6）のソース及びキャパシタC（図3又は図6）にかかる電圧がローレベルとなって、上記したように、トランジスタT1, T2（図3又は図6）がサブスレッショルド領域で動作するようにバイアスされ、エリアセンサ3から対数変換された電気信号が出力信号線10（図3又は図6）及び最終的な信号線12（図2又は図4）を介して処理部20に送出される。このように送出された電気信号を処理部20で演算処理を行い、ファインダー21に撮像した画像を映し出す。

【0049】

(B) 暗い状況で被写体を撮像するとき

図7 (b) のように、曇天などのときに直射日光が遮られた被写体50を撮像するとき、検出素子4により $700 \text{ [cd/m}^2\text{]}$ 以下の被写体輝度（例えば、 $500 \text{ [cd/m}^2\text{]}$ ）が検出される。よって、切換判定回路5はエリアセンサ3を線形変換動作させるべきであると判定する。この判定信号を受けた切換信号発生回路6は、 $\phi \text{ VPS}$ （図3又は図6）をハイレベルとする切換信号を発生する。この切換信号により、画素内のトランジスタT1（図3又は図6）のソースにかかる電圧がハイレベルとなって、上記したように、トランジスタT1が実質的にOFF状態となり、エリアセンサ3から線形変換された電気信号が出力信号線10（図3又は図6）及び最終的な信号線12（図2又は図4）を介して処理部20に送出される。このように送出された電気信号を処理部20で演算処理を行い、ファインダー21に撮像した画像を映し出す。

【0050】

本実施形態では、図2のような構成のエリアセンサにおいて、図3のような回路構成の画素を用いて説明したが、このような回路構成の画素以外に、例えば、図8又は図9に示すような回路構成の画素を用いてもかまわない。ここで、図8の画素の構成について、以下に説明する。尚、図3に示す画素と同様の目的で使用される素子及び信号線などは、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0051】

図8に示す画素は、図3に示す画素のように、トランジスタT1のドレインとゲートを接続せずに、ソースとゲートを接続するようにしている。まず、光電流を対数変換して出力するときの画素の動作について説明する。トランジスタT1のソース・ドレイン間の電圧差を大きくして、ゲート・ソース間に発生する電圧をスレッショルド電圧より小さくする。このようにすることによって、トランジスタT1がサブスレッショルド領域で動作するようにバイアスされているときと同様の状態とする。よって、フォトダイオードPDより発生する光電流を対数変換して出力することができる。

【0052】

次に、光電流を線形変換して出力するときの画素の動作について説明する。このときは、トランジスタT1のソースに印加する信号 ϕ VPSを直流電圧VPDより若干低い電位にすることによって、トランジスタT1を実質的にカットオフ状態とする。よって、トランジスタT1のソース・ドレイン間に電流が流れない。その後の動作については、図3に示す画素と同様である。

【0053】

次に、図9の画素の構成について、以下に説明する。尚、図8に示す画素と同様の目的で使用される素子及び信号線などは、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0054】

図9に示す画素では、トランジスタT1のゲートが直流電圧VRGを印加される。その他の回路構成については、図8に示す画素内の回路構成と同様である。このような構成の画素を用いたとき、その動作は本質的には図8に示す画素と同様である。しかし、図8の画素と異なりトランジスタT1のゲート電圧を適切な電圧に設定できるので、対数変換動作を行うときに、図8の画素のように、 ϕ VPSを十分に低い電圧とする必要がなく、ある程度低い電圧とすることによって、トランジスタT1をサブスレッショルド領域でバイアスしたときと同様の状態にすることができる。又、線形変換動作を行うときは、図8の画素と同様である。

【0055】

又、本実施形態では、図4のような構成のエリアセンサにおいて、図6のような回路構成の画素を用いて説明したが、このような回路構成の画素以外に、例えば、図10又は図11に示すような回路構成の画素を用いてもかまわない。ここで、図10の画素の構成について、以下に説明する。尚、図6に示す画素と同様の目的で使用される素子及び信号線などは、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0056】

図10に示す画素は、図6に示す画素のように、トランジスタT1のドレインとゲートを接続せずに、ソースとゲートを接続するようにしている。まず、光電

流を対数変換して出力するときの画素の動作について説明する。トランジスタT1のソース・ドレン間の電圧差を大きくして、ゲート・ソース間に発生する電圧をスレッショルド電圧より小さくする。このようにすることによって、トランジスタT1がサブスレッショルド領域で動作するようにバイアスされているときと同様の状態とする。よって、フォトダイオードPDより発生する光電流を対数変換して出力することができる。

【0057】

次に、光電流を線形変換して出力するときの画素の動作について説明する。このときは、トランジスタT1のソースに印加する信号 ϕ VPSを直流電圧VPDより若干低い電位にすることによって、トランジスタT1を実質的にカットオフ状態とする。よって、トランジスタT1のソース・ドレン間に電流が流れない。その後の動作については、図6に示す画素と同様である。

【0058】

次に、図11の画素の構成について、以下に説明する。尚、図10に示す画素と同様の目的で使用される素子及び信号線などは、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0059】

図11に示す画素では、トランジスタT1のゲートが直流電圧VRGを印加される。その他の回路構成については、図10に示す画素内の回路構成と同様である。このような構成の画素を用いたとき、その動作は本質的には図10に示す画素と同様である。しかし、図10の画素と異なりトランジスタT1のゲート電圧を適切な電圧に設定できるので、対数変換動作を行うときに、図10の画素のように、 ϕ VPSを十分に低い電圧とする必要がなく、ある程度低い電圧とすることによって、トランジスタT1をサブスレッショルド領域でバイアスしたときと同様の状態にすることができる。又、線形変換動作を行うときは、図10の画素と同様である。

【0060】

更に、本発明で使用する画素は、1つの画素で対数変換動作及び線形変換動作を行うことが可能であればよく、例えば、図3、図6、図8、図9、図10又は

図11の画素のキャパシタを省略するような回路構成の画素を用いてもかまわない。又、対数変換動作及び線形変換動作が切換可能な画素であれば、その回路構成はこれらの回路構成に言及されるものではない。

【0061】

又、エリアセンサについても、図2又は図4のような構成のエリアセンサを用いて説明したが、このような構成のエリアセンサに限定されるものでなく、例えば、エリアセンサ内に設けられたMOSトランジスタがPチャネルのMOSトランジスタであるような他の構成のエリアセンサでも良い。

【0062】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、入射光に対し電気信号を対数変換するか線形変換するかを、被写体の明るさに応じて切り換えるようにした。そのため、被写体の明るさの状態にかかわらず常に良好な撮像を行うことが可能となり、例えば、明るい状況下にある被写体を撮像するときは、広い輝度範囲を撮像できるように固体撮像素子に対数変換動作を行わせ、又、暗い状況下にある被写体を撮像するときは、階調性良く撮像できるように固体撮像素子に線形変換動作を行わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の固体撮像装置の内部構造を示すブロック図。

【図2】図1に示す固体撮像装置に用いられるエリアセンサの内部構造の1例

【図3】図2に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の1例。

【図4】図1に示す固体撮像装置に用いられるエリアセンサの内部構造の1例

【図5】図4の一部の回路図。

【図6】図4に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の1例。

【図7】図1に示す固体撮像装置を用いて撮像するときの被写体の状況を示す図。

【図8】図2に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の1例。

【図9】図2に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の1例。

【図10】図4に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の1例。

【図11】図4に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の1例。

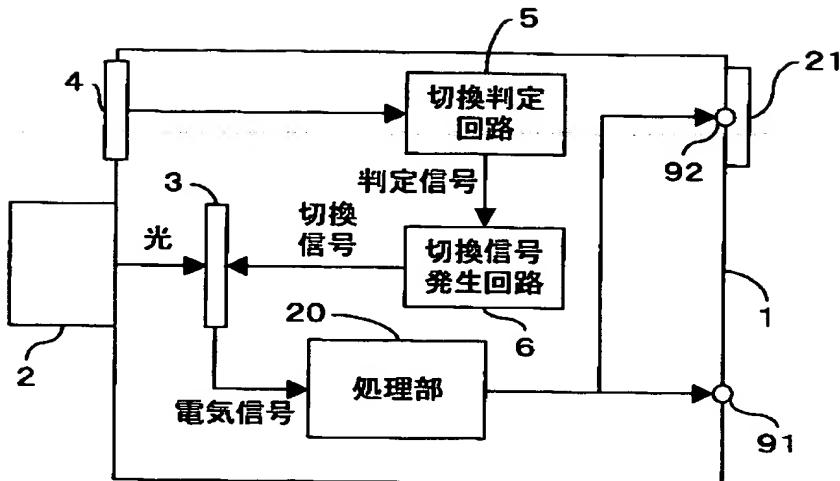
【図12】LOGセンサの出力特性を示す図。

【符号の説明】

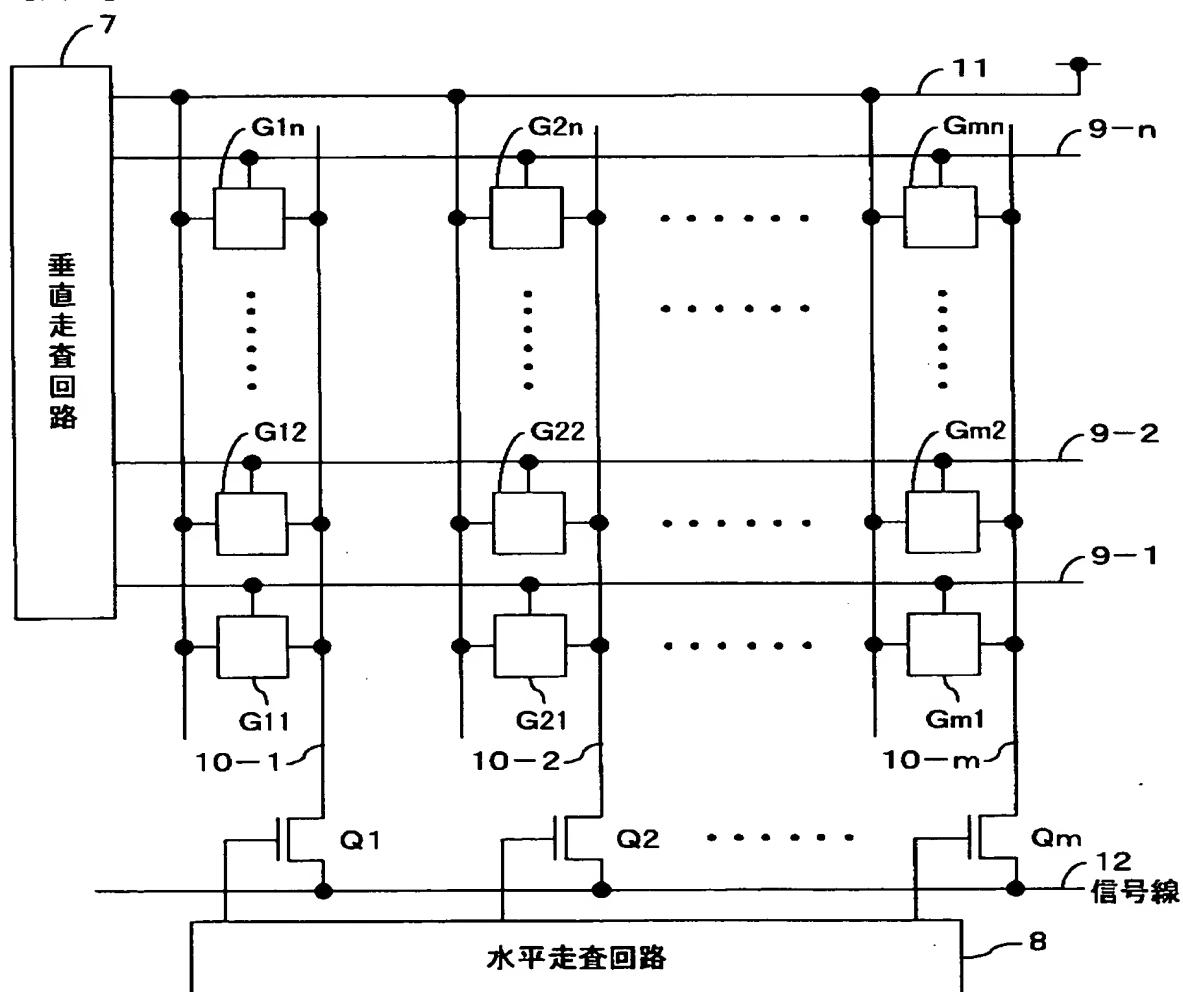
- 1 固体撮像装置
- 2 対物レンズ
- 3 エリアセンサ（固体撮像素子）
- 4 検出素子
- 5 切換判定回路
- 6 切換信号発生回路
- 7 垂直走査回路
- 8 水平走査回路
- 9 ライン
- 10 出力信号線
- 11 電源ライン
- 12 信号線
- 21 フайнダー
- G11～G_{mn} 画素
- T1～T5 NチャネルのMOSトランジスタ
- PD フォトダイオード
- C キャパシタ

【書類名】 図面

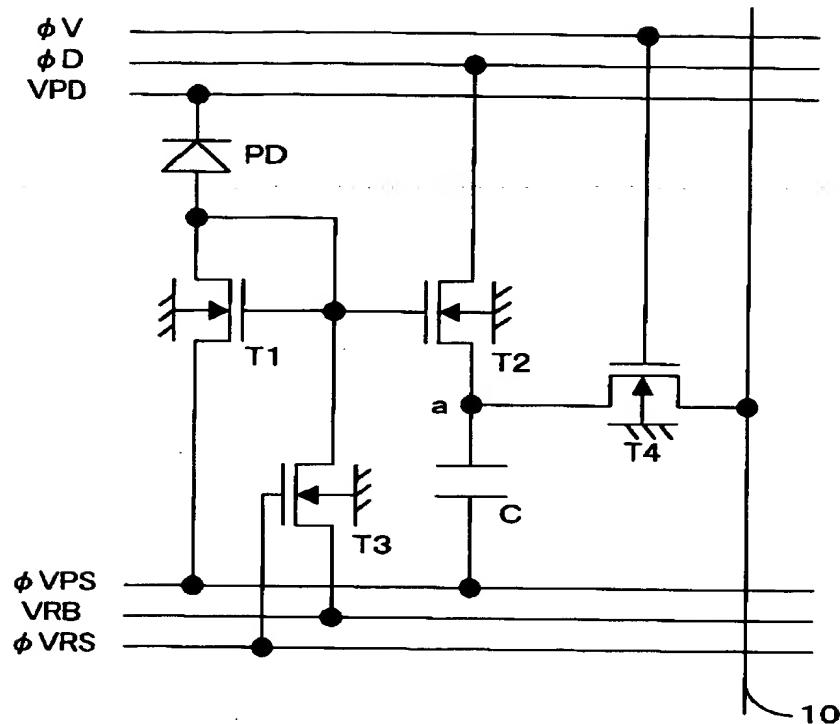
【図1】



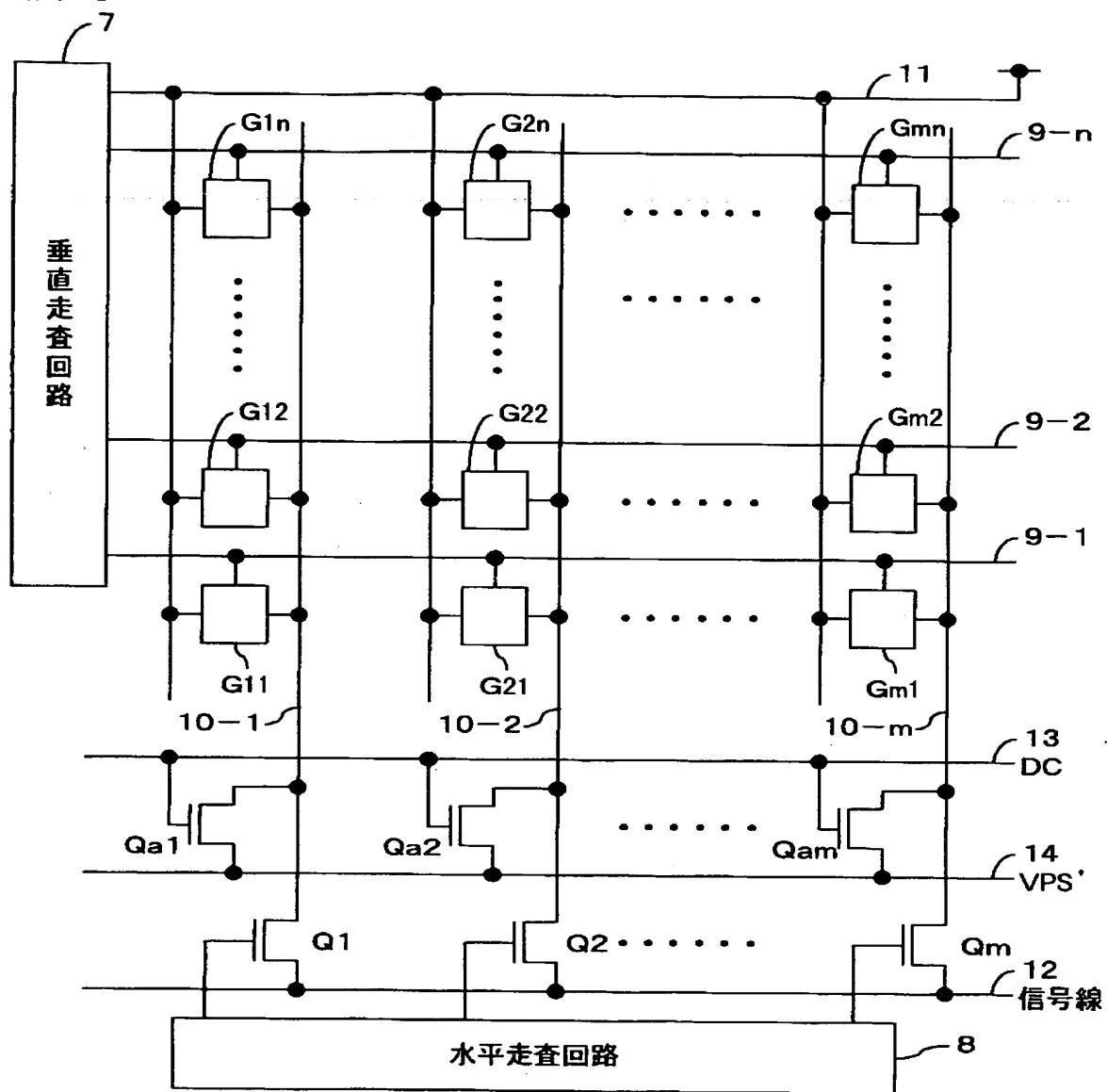
【図2】



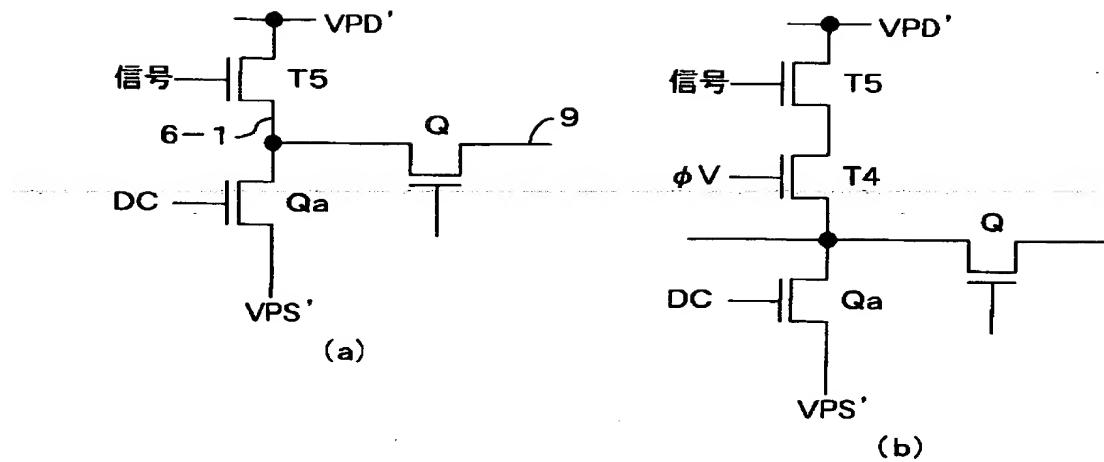
【図3】



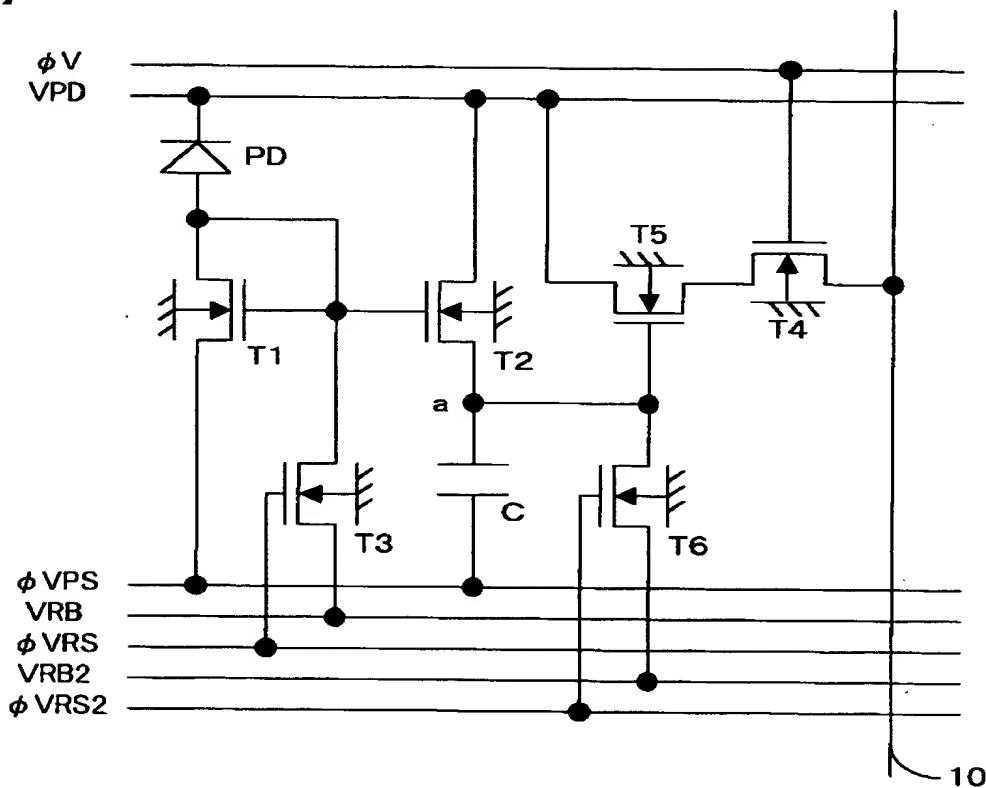
【図4】



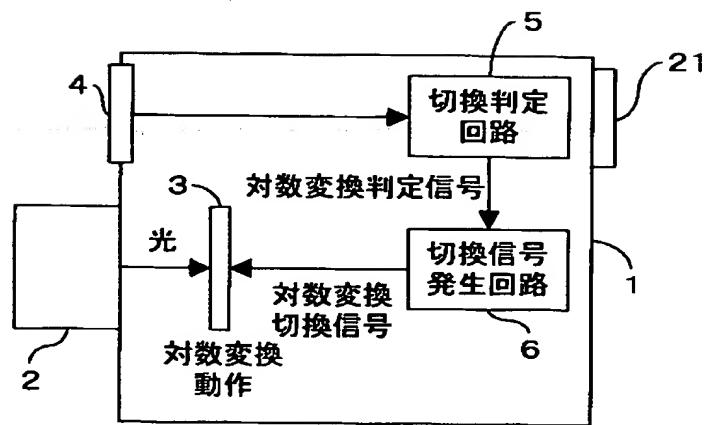
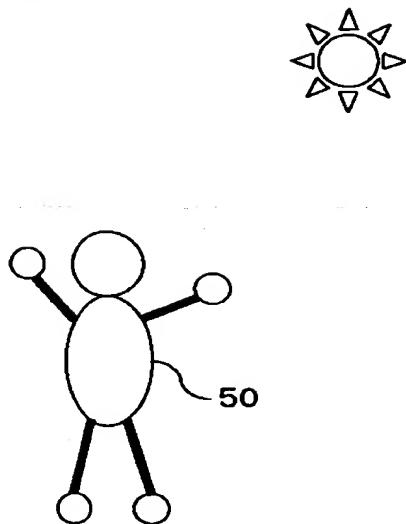
【図5】



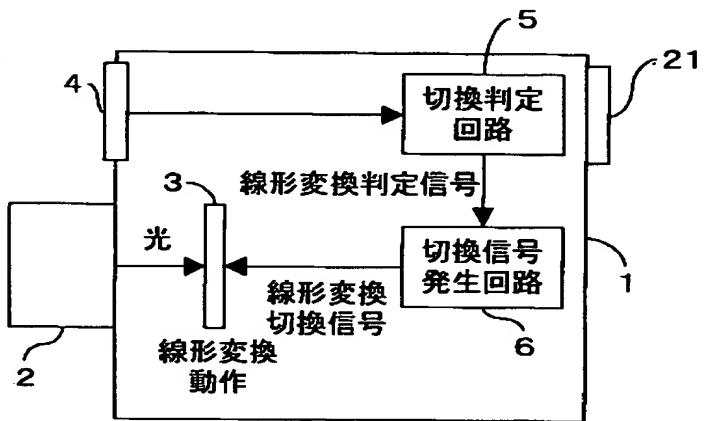
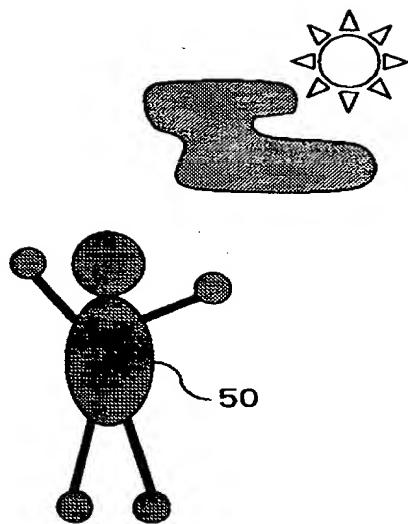
【図6】



【図7】

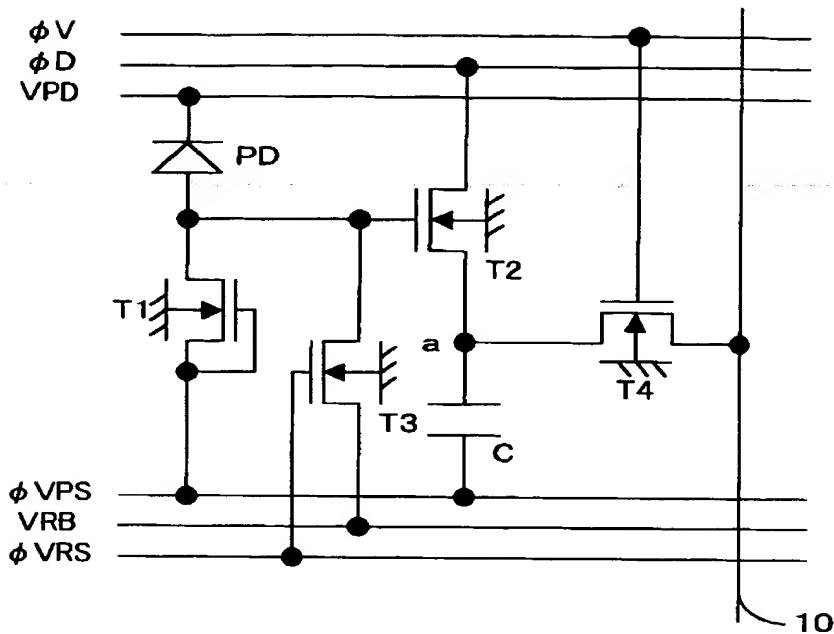


(a)

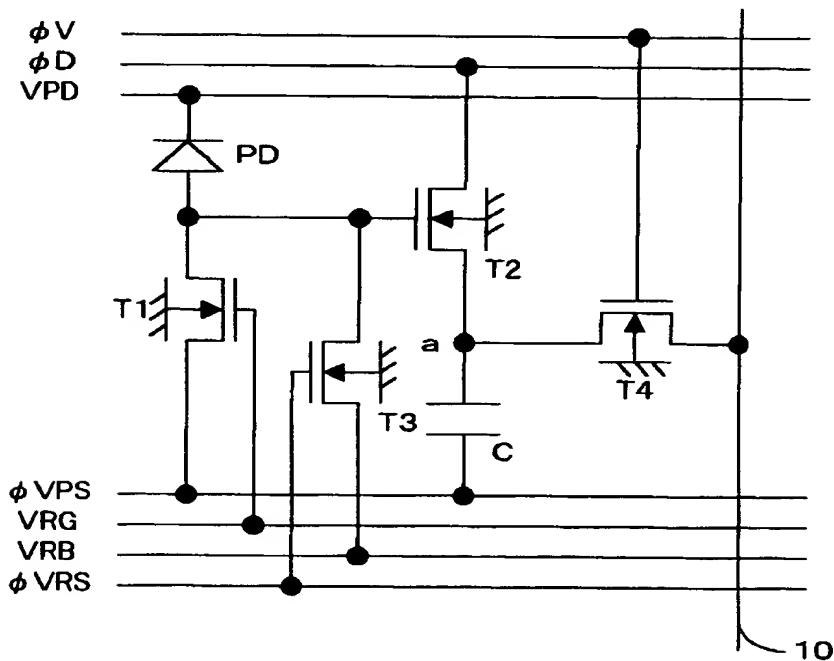


(b)

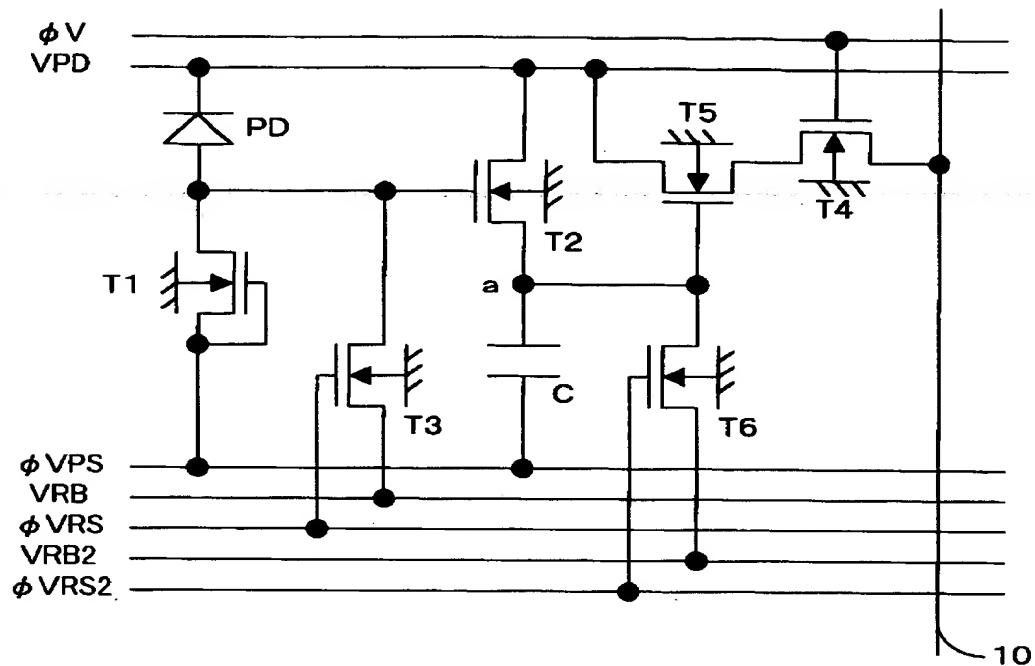
【図8】



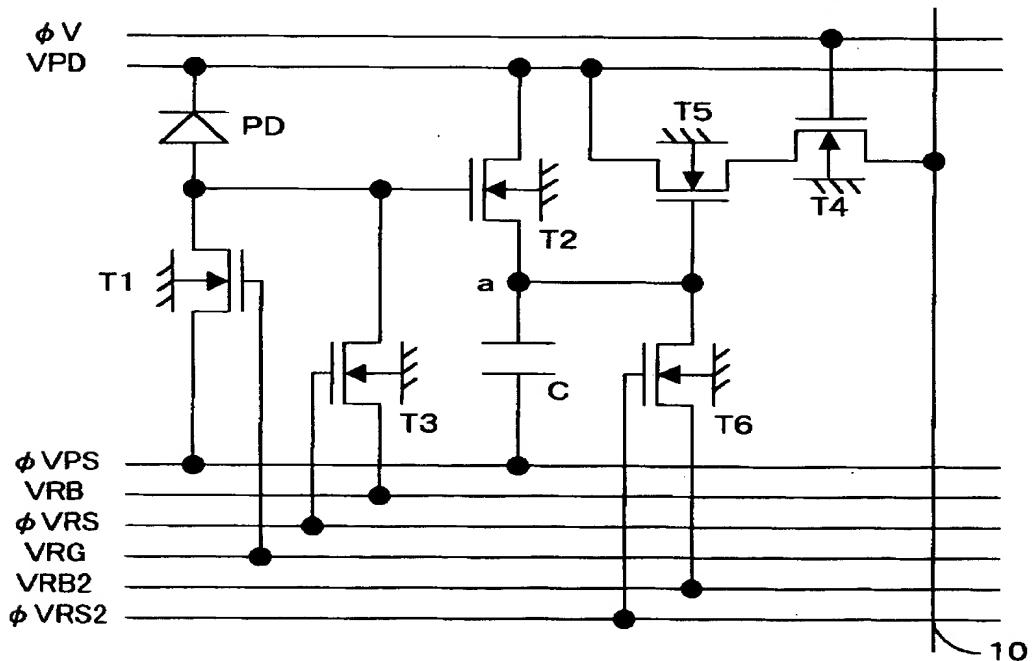
【図9】



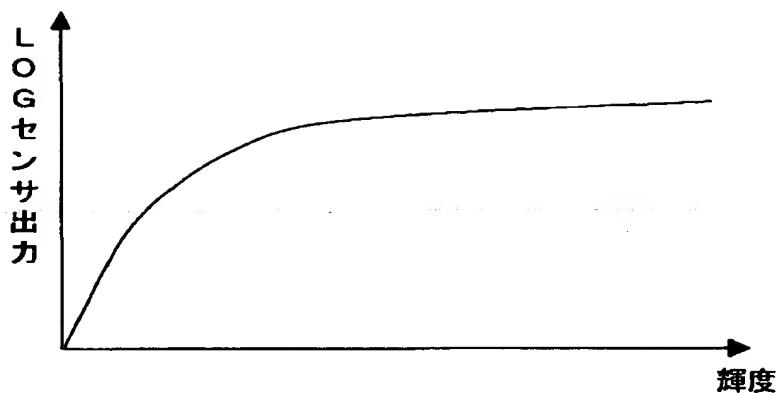
【図 10】



【図 11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、撮像する被写体の明るさに応じて、固体撮像素子の入射光に対する電気信号の線形変換動作と対数変換動作とを、自動的に切り換えることができる固体撮像装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 検出素子4により検出する被写体の輝度がある一定の値（例えば、 $700 [cd/m^2]$ ）よりも大きくなるとき、切換判定回路5がエリアセンサ（固体撮像素子）3を対数変換動作させるべきであると判定する。この切換判定回路5の判定によって切換信号発生回路6より切換信号が送出されてエリアセンサ3が対数変換動作を行う。又、検出素子4により検出する被写体の輝度がある一定の値（例えば、 $700 [cd/m^2]$ ）よりも小さくなるとき、切換判定回路5がエリアセンサ3を線形変換動作させるべきであると判定する。この切換判定回路5の判定によって切換信号発生回路6より切換信号が送出されてエリアセンサ3が線形変換動作を行う。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社